



HAL
open science

Exploration de paramètres d'un modèle de structure de sol

Sophie Leguédois, Nicolas Marilleau, Jean Rémi Toguebaye

► **To cite this version:**

Sophie Leguédois, Nicolas Marilleau, Jean Rémi Toguebaye. Exploration de paramètres d'un modèle de structure de sol. Rencontres MEXICO 2012. Méthodes pour l'EXploration Informatique des modèles COmplexes, Nov 2012, Nantes, France. hal-02805625

HAL Id: hal-02805625

<https://hal.inrae.fr/hal-02805625>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Exploration de paramètres d'un modèle de structure de sol

Sophie LEGUÉDOIS¹, Nicolas MARILLEAU²,
Jean Rémi TOGUEBAYE¹

1. INRA, Laboratoire Sols et Environnement, Vandœuvre-lès-Nancy,
France

2. IRD, Ummisco, Bondy, France



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



INRA



IRD



RNSC

Modéliser la structure des sols : un besoin



- Un élément clef pour estimer :
 - Évolution des sols, transferts hydriques, croissance et prélèvement racinaire...
- Approches de modélisation-simulation nécessaires pour explorer l'action de ces processus interactifs et leurs rétroactions avec la structure du sol
- Modélisation de la structure des sols encore très « simpliste »
 - Représentation statique,
 - Généralement 2D
 - Réduite à discrétisation de propriétés des sols ou un réseau poral



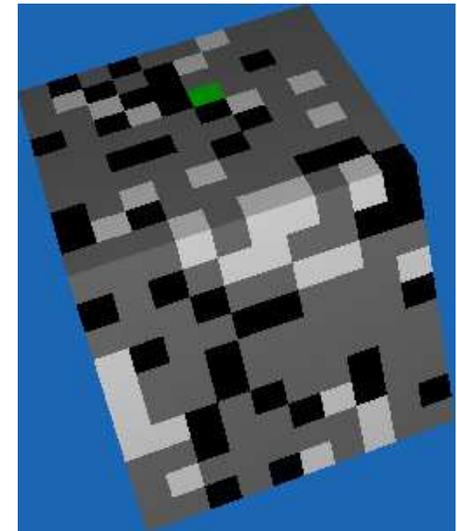
Objectifs

- Évaluer un modèle de structure existant (APSF) pour représenter, dynamiquement, la structure des sols
 - Calibration
 - Incertitudes au regard :
 - Des incertitudes sur les mesures
 - De la variabilité temporelle

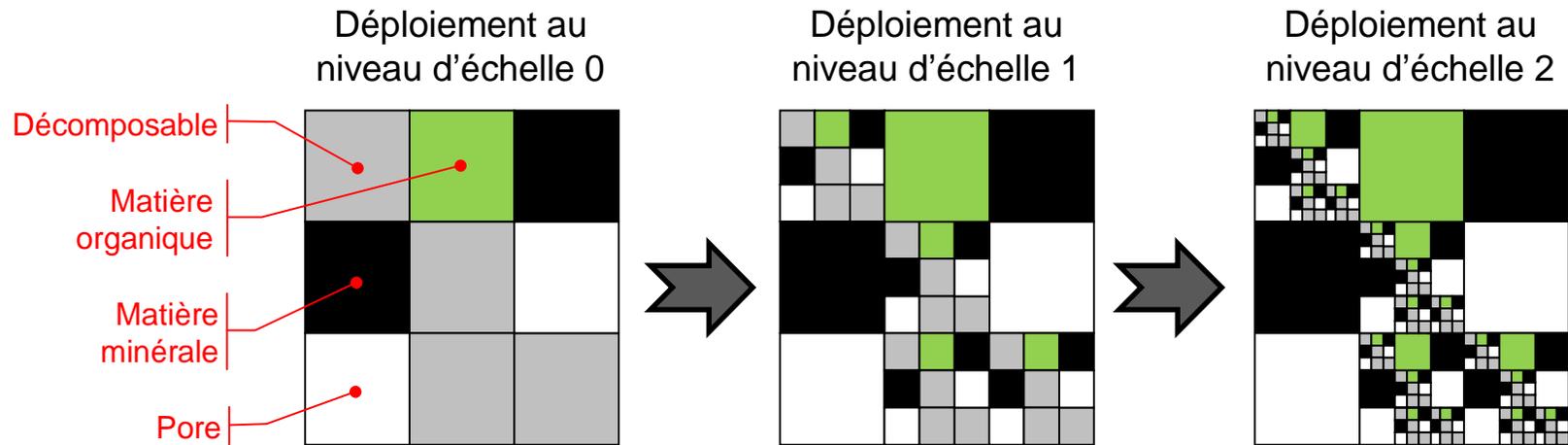


Le modèle APSF

- Arborescent-Pore-Solide-Fractal
- Représentation numérique 3D, inspirée des fractales et multi-échelle
- Un environnement pertinent pour développer de systèmes multi-agents
 - Swarm (action des vers de terre)
 - Mior (décomposition microbienne MO)
 - Simycor (croissance mycorhizienne)
- Actuellement
 - Méthode de calibration empirique
 - Validé uniquement sur un sol sableux



Principe de l'APSF



- Voxels cubiques sur n niveaux d'échelle
- À chaque niveau n , un motif de base (canevas) composé de voxels poreux, solides (organiques, minéraux, etc) et «fractals»
- Voxels «fractals» décomposés en voxels au niveau $n+1$
- Programmé par un arbre de canevas

Étude de cas : le Technosol construit

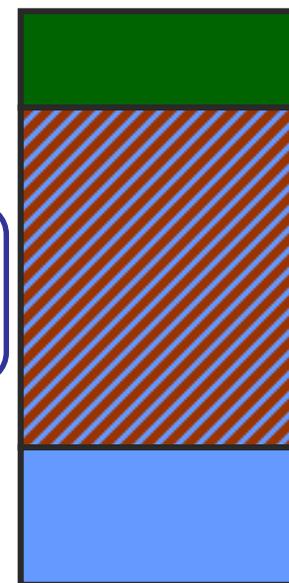
- Procédé de réhabilitation des sols
- Modèle expérimental pour l'étude de l'évolution des sols
- Des données expérimentales
 - Expérimentation *in situ* démarrée en 2008
 - 19 échantillons sur 1 ha



 Compost de déchet vert

 Mélange sous-produit papetier et terre industrielle traitée

 Sous-produit papetier



t_0



$t_{6 \text{ mois}}$

Paramètres APSF pour le Technosol construit



- Deux solides:
 - Matière minéraler (MM)
 - Matière organique (OM)
- 25 niveaux d'échelle : de 2 cm à $< 2 \mu\text{m}$
- Données sur les 6 premiers niveaux
- Hypothèses:
 - Densités réelles constantes
 - OM= 0.8
 - MM= 2.62

Exploration des paramètres :

Méthode suivie

- Sur les proportions de voxels des 6 premiers niveaux
 - → 18 paramètres avec des dépendances
- Procédure « force brute »
 - Sous R (des essais sous Java également)
 - Monte Carlo
 - 10 000 échantillons
 - Distribution de Dirichlet: $Dir(a_1=1, a_2=1, a_3=1)$
 - Fonction objective: RMSE sur distribution taille particules minérales, densité apparent et teneur totale en OM
 - IC à 95% de la RMSE par bootstrap sur les 19 valeurs mesurées (1 000 ré-échantillons)



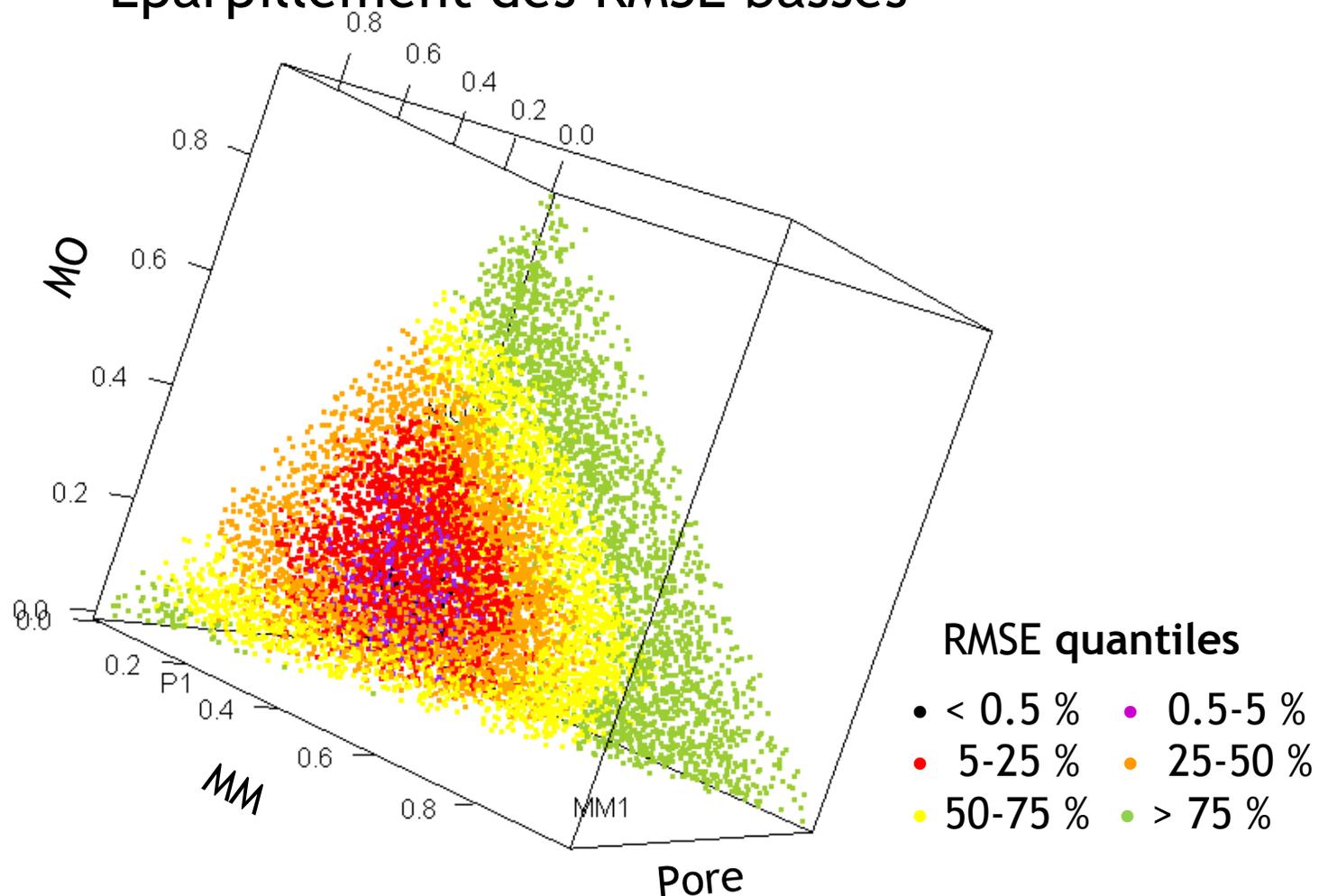


Premiers résultats

- Bonne précision pour 10 000 échantillons
 - Écart-type RMSE minimales de 0,5 %
- Bonne représentation
 - RMSE minimale moyenne ~ 0,029 (soit 3 %)
- Temps de calcul assez long :
 - Avec bootstrap : ~ 10 h

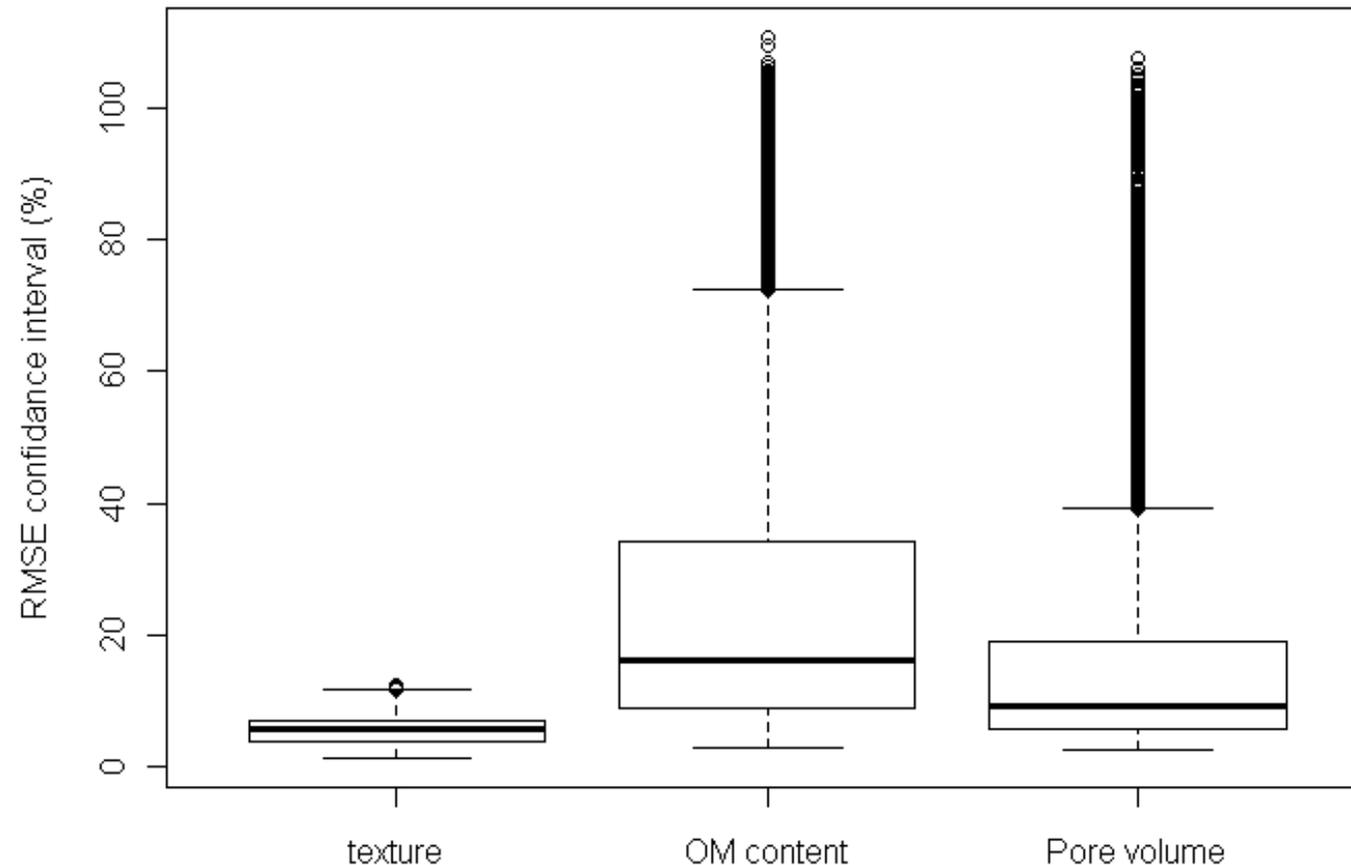
Exploration de l'espace des paramètres

- Proportions de voxels au 1^{er} niveau
 - Contrôle par les éléments grossiers (2-0,2 cm)
 - Éparpillement des RMSE basses



Prise en compte de l'incertitude liée à l'erreur de mesure

- Du même ordre de grandeur que la RMSE pour teneur en MO et volume total de pore





Conclusion de ce travail en cours

- Calibration sur les proportions des premiers niveaux d'échelle ?
- Importance de la prise en compte de l'incertitude des mesures



Perspectives

- Calibration et AS par méthode bayésienne
- Comparaison des structures virtuelles calibrées avec
 - Données 2D sur la porosité obtenues par analyse d'image sur des lames minces
 - → analyse d'images virtuelles
- Comparaison de la sensibilité des paramètres avec la variabilité temporelle mesurée
- Simulation de la dynamique de la structure virtuelle par action des vers de terre